**Задание**

Рассчитать электрические нагрузки потребителей металлообрабатывающего цеха, представленных в таблице 1.

Оценить необходимость компенсации реактивной мощности.

При необходимости выбрать компенсирующую установку.

Таблица 1. Электрические нагрузки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Коли-чество, шт | Рном,  кВт | Кс | соsφ | Ррасч, кВт | Q расч, квар | S расч, кВ⋅А | Iрасч, А |
| 1 | Насосы системы теплоснабжения | 4 | 20 | 0,8 | 0,8 | 64,48 | 52,8 | 83,34 | 126,77 |
| 2 | Насосы системы водоснабжения | 3 | 4,5 | 0,65 | 0,76 | 9,91 | 8,2 | 12,86 | 19,57 |
| 3 | Вентиляторы | 3 | 2,8 | 0,65 | 0,75 | 6,17 | 5,3 | 8,13 | 12,37 |
| 4 | Токарный станок | 4 | 4,6 | 0,14 | 0,5 | 4,76 | 4,91 | 6,84 | 10,40 |
| 5 | Кран мостовой | 1 | 24,2 | 0,3 | 0,85 | 10,53 | 4,95 | 11,64 | 17,70 |
| 6 | Ножницы | 7 | 2 | 0,14 | 0,5 | 3,626 | 3,729 | 5,2 | 7,91 |
| 7 | Станок трубогибный | 7 | 1 | 0,14 | 0,5 | 1,813 | 1,87 | 2,6 | 3,96 |
| 8 | Сварочный станок | 2 | 25 | 0,2 | 0,4 | 18,5 | 25,19 | 31,25 | 47,54 |
| 9 | Электропечь | 1 | 45 | 1 | 1 | 45 | 0 | 45 | 68,45 |
| 10 | Компрессор | 1 | 30 | 0,75 | 0,85 | 24,075 | 15,35 | 28,55 | 43,43 |
| Итого силовой нагрузки | | | 290,5 |  |  | 188,9 | 122,3 |  |  |
| 11 | Освещение | 70 | 0,25 | 0,8 | 0,85 | 14 | 8,68 | 16,45 | 25,06 |
| Итого по цеху | | | 308 |  |  | 202,9 | 130,98 | 241,5 | 342,26 |
| БСК | | |  |  |  |  | 75 |  |  |
| Итого с учетом компенсации | | |  |  |  | 202,9 | 58,98 | 210,48 | 320,17 |

**Расчет нагрузок цеха по средней мощности**

**и коэффициенту максимума (метод упорядоченных диаграмм)**

По методу упорядоченных диаграмм расчетная активная нагрузка приемников с переменным графиком нагрузки может быть определена по средней мощности и коэффициенту максимума

Ррасч = Км ⋅ Ки ⋅ Рном = Км ⋅ Рсм , (1)

где Ки − определяется по справочникам [3] ; Ки = Кс ( по заданию)

Км− находятся по таблице ( таблица 1.6 приложение 1) или по кривым [2] в зависимости от Кии эффективного числа электроприемников *nЭ*;

*Р*ном− суммарная номинальная мощность однотипных приемников;

*Р*см− средняя активная мощность за наиболее загруженную смену.

Под эффективным числом группы электроприемников с различной установленной мощностью и разными режимами работы понимают такое число приемников, одинаковых по мощности и однородных по режиму работу, которое обеспечивает ту же величину расчетной нагрузки, что и рассматриваемая группа различных по мощности и режиму работы электроприемников.

При *m* > 3 и *К*и ≥ 0,2 эффективное количество приемников

nэ=, (2)

Если найденное n*Э* окажется большим, чем фактическое, следует принять nЭ = n.

В зависимости от коэффициента использования Ки и эффективного ко-

личества приемников определяют коэффициент максимума.

Расчетную реактивную мощность находят из следующих условий:

при nЭ ≤ 10 c

QP= 1,1ΣQcмi ; (3)

при nЭ> 10c

QP = ΣQcмi ; (4)

где Qcмi− средние реактивные мощности электроприемников.

**1.** Расчетные активные и реактивные нагрузки силовых приемников по

цеху в целом определяем суммированием соответствующих нагрузок группы.

Расчет нагрузки освещения производится методом коэффициента спроса.

Расчетная нагрузка освещения вычисляется по формуле:

Рро=Рном⋅Кс, (5)

где Рно - установленная мощность приемников освещения

Кс – коэффициент спроса для освещения

Полная расчетная мощность силовых и осветительной нагрузки вычисляется по формуле:

Sр= ; (6)

где Sр – полная мощность, кВА;

Рр – расчетная активная мощность, кВт;

Qр – расчетная реактивная мощность, квар.

Расчетный ток находим по выражению:

Iрасч=, (7)

где Iрасч – расчетный максимальный ток, А;

Uном – номинальное напряжение, кВ;

Sр – полная мощность, кВА*.*

**Компенсация реактивной мощности**

При превышении расчетным коэффициентом реактивной мощности нормативного, необходимо установить компенсацию реактивной мощности.

соs ϕ = , (8)

Компенсация реактивной мощности это приближение источника реактивной мощности к потребителю.

Определяем мощность компенсирующей установки:

Qку = Рс (tgφср – tgφэ) , (9)

где Рс  – активная средняя мощность, кВт;

tgφср – расчетных коэффициент реактивной мощности предприятий;

tgφэ – эффективный коэффициент реактивной мощности.

Выбираем КУ и определяем фактические значения и после компенсации реактивной мощности. Выбираем тип батарей.

Проводим проверку по выражению:

tgφ**=,** (10)

где Qр – расчетная реактивная мощность в цехе, квар;

Qном ку – мощность компенсационной установки, квар;

Р р  – расчетная активная мощность в цехе, кВт.

Определяем полезную мощность цеха с учетом компенсации:

Sмах **= ,** (11)

где Рр – расчетная активная мощность по цеху, кВт;

Qр – расчетная реактивная мощность по цеху, квар;

Qку ном – полная мощность компенсирующего устройства, квар.

**Решение**

Рассчитываем эффективное количество электроприемников для цеха по формуле (3)

nэ =

Далее, определяем расчетные нагрузки оборудования по формулам (1), (3) и (4).

Зная коэффициент спроса и номинальную нагрузку потребителей, определим среднюю нагрузку за максимально загруженную смену:

1. **Металлобрабатывающие станки**

Токарный станок:

Рсм = Кс ∙ Рн= 0,14 ∙ 18,4= 2,576 кВт;

Qсм=Рсм ∙ tgϕ = 2,5766∙1,73 =4,46 квар.

Ррасч = Км ⋅Рсм =1,85⋅2,576=4,76 кВт

Qрасч=Км᾿ Qсм =1,1⋅4,46=4,91квар

Трубогибный станок

Рсм = Кс ∙ Рн= 0,14 ∙ 7= 0,98 кВт;

Qсм=Рсм ∙ tgϕ = 0,98∙1,73 =1,7 квар

Ррасч = Км ⋅Рсм =1,85⋅0,98=1,813кВт

Qрасч=Км᾿ Qсм =1,1⋅1,7=1,87квар

Ножницы

Рсм = Кс ∙ Рн= 0,14 ∙ 14= 1,96 кВт;

Qсм=Рсм ∙ tgϕ = 1,96∙1,73 =3,39 квар

Ррасч = Км ⋅Рсм =1,85⋅1,96=3,626 кВт

Qр=Км᾿ Qсм =1,1⋅3,39=3,729квар

Сварочный станок

Рсм = Кс ∙ Рн= 0,2 ∙ 50= 10 кВт;

Qсм=Рсм ∙ tgϕ = 10∙2,29 =22,9 квар

Ррасч = Км ⋅Рсм =1,85⋅10=18,5 кВт

Qрасч=Км᾿ Qсм =1,1⋅22,9=25,19квар

1. **Насосы и компрессоры**

Насосы системы теплоснабжения

Рсм = Ки ∙ Рн= 0,8 ∙ 80 = 64 кВт;

Qсм=Рсм ∙ tgϕ = 64∙0,75 =48 квар.

Ррасч = Км ⋅Рсм =1,07⋅64=68,48 кВт

Qрасч=Км᾿ Qсм =1,1⋅48=52,8квар

Насосы системы водоснабжения

Рсм = Ки ∙ Рн= 0,65 ∙ 13,5 = 8,77 кВт;

Qсм=Рсм ∙tgϕ = 8,77∙0,85 =7,45 квар.

Ррасч = Км ⋅Рсм =1,13⋅8,77=9,91кВт

Qрасч=Км᾿ Qсм =1,1⋅7,45=8,2квар

Компрессор

Рсм = Ки ∙ Рн= 0,75 ∙ 30 = 22,5 кВт;

Qсм=Рсм ∙ tgϕ = 22,5∙0,62 =13,95 квар.

Ррасч = Км ⋅Рсм =1,07⋅22,5=24,075кВт

Qрасч=Км᾿ Qсм =1,1⋅13,95=15,35квар

1. **Вентиляторы**

Рсм = Ки ∙ Рн= 0,65 ∙ 8,4 = 5,46 кВт;

Qсм=Рсм ∙ tgϕ = 5,46∙0,88 =4,82 квар.

Ррасч = Км ⋅Рсм =1,13⋅5,46=6,17кВт

Qрасч =Км᾿ Qсм =1,1⋅4,82=5,3квар

1. **Кран мостовой**

Рсм = Ки ∙ Рн= 0,3 ⋅ 24,2 = 7,26кВт;

Qсм=Рсм ⋅ tgϕ =7,26⋅0,62 =4,5 квар.

Ррасч = Км ⋅Рсм =1,45⋅7,26=10,53кВт

Qрасч=Км᾿ Qсм =1,1⋅4,5=4,95квар

1. **Электропечи**

Рсм = Ки ∙ Рн= 1 ∙ 45 = 45Вт;

Qсм=Рсм ∙ tgϕ =45∙0 =0 квар

Ррасч = Рсм =45кВт

Qрасч =0

Определяем суммарные сменные и расчетные мощности силовых электроприемников:

∑Рсм=2,576 +0,98 +1,96 + 10+ 64+ 8,77 +22,5 +5,46+7,26+45 = 168,506 кВт

∑Qсм=4,46 +1,7 +3,39 +22,9 +48+7,45 +13,95 +4,82+4,5= 111,17 квар

∑Ррасч=4,76+1,813+3,626+18,5+68,48+9,91+24,075+6,17+10,53= 188,9кВт

∑Qрасч=4,91+1,87+3,729+25,19+52,8+8,2+15,35+5,3+4,95=122,3 квар

После расчета силовых электроприемников необходимо определить полную нагрузку цеха. Для этого нужно знать нагрузку от освещения.

Рро = 17,5 ⋅ 0,8 = 14Вт.

Q ро= 14⋅0,62=8,68квар

Зная расчетные нагрузки по цеху, определим полные расчетные мощности для групп электроприемников и полную расчетную нагрузку .

Расчета нагрузок для мостового крана:

Sр= = 11,64кВ⋅А

Для остальных приемников полную мощность определяем аналогично. Результат заносим в таблицу 1.

Полная расчетная мощность цеха:

Sp= =

Расчетный ток определяем по формуле (7)

Приведем пример расчета для мостового крана

I расч==17,7

Определяем расчетный ток для всех групп электроприемников и цеха в целом, результат заносим в таблицу 1.

Для решения вопроса о выборе компенсации реактивной мощности находим коэффициент мощности по формуле (8)

соs ϕ =

Расчетный коэффициент реактивной мощности превышает нормативный (0,95-1), поэтому устанавливаем компенсацию реактивной мощности.

Определяем мощность компенсирующей установки по выражению (9):

Qку = 202,9 (0,65 – 0,33)= 62,93квар,

Выбираем КУ типа КС–0,4-75 и определяем фактические значения и после компенсации реактивной мощности.

tgφ**=**

0,275≤0,33

Определяем полезную мощность цеха с учетом компенсации:

S расч= =210,48 кВ⋅А

Приложение 1





****

**Список литературы**

1. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: в 2 т./ под общей редакцией А.А. Федорова.-М.:Энергоатомиздат.1986.Т.1.-586с.
2. Федоров, А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий: учеб.для вузов/А.А. Федоров, В.В. Каменева.-М.:Высш.шк., - 1984 – 567 с.